

III-89 京葉線多摩川河底泥埋工法の問題点

日本鉄道建設公団東京外環状線部 正員 大平拓也
日本鉄道建設公団塩浜鉄道建設所 正員 O 島取孝雄

1. まえがき

最近、水底トンネル建設の有効な手段として泥埋工法が注目され、我国各地で計画されつつある。しかし、本工法の問題点については、我国の施工実績が少なくないだけに、余り解明されていない。幸い、京葉線多摩川横断部分において、本格的規模の工事としては、我国最初の泥埋工法が採用され、曲りなりにも各種の問題点を克服し、無事工事を完成させることができた。本文は、主として本工事における施工上の問題点を中心として要約したものである。

2. 工事概要

京葉線多摩川付近は、泥埋トンネル延長480m(80m×6基)と、一部ゲートンおよびシールドトンネルにより、河川中600mを横断している。工事は、昭和42年12月に着手、約1箇年間で、まず、ゲートン4基の施工を完了、引続いて泥埋工法の施工を行い、本年8月完成することができた。泥埋工法は、いわゆる鋼敷方式を採用しており、鋼敷製作、吸泥、掘さく、碎石基層敷均し、沈設および水中結合、埋戻しの順序で施工が行われる。

ア 泥埋工法の問題点

ア-1 トレンチ内に堆積する泥の処理

河水の流れと船舶の航行等により、掘さくしたトレンチ内に0.5~1cm厚の泥が堆積する。掘さく後、碎石基層の敷均しきびに差箇所を通過するため、厚さ0.5~1cm程度の泥の堆積は避けられない。しかも堆積した泥を完全に除去することは極めて困難なことである。碎石基層の敷均しにより地盤との間に泥が残留し、トンネル完成後の沈下の原因になるとすれば重大な問題である。この問題を解決するため模型実験を行い、厚さ50cm程度までの泥に対しては、余り心配のないことを確認することができた。模型実験は、あらかじめ川床から採取した泥を水槽内で約50時間堆積させた後、金網かごに入れ、碎石を敷均した。この結果、厚さ55cmの泥では、実作業における碎石基層底の荷重強度 $P=14\%$ が作用することにより、碎石基層は、敷均後5分以内に55cm沈下し、地盤上に達することがわかった。すなわち、これより泥の厚が増加する場合には、基層と地盤との間に泥が残留する傾向がみられた。以上の結果より、碎石基層スクリード直前に実施する泥の処理は、極部分的な残存泥の厚を最大30cmまで許容することとした。施工の結果についても、基層と地盤との間の残存泥は、ほぼ、皆無と指定している。

ア-2 碎石基層造成方法とその精度

掘さく後の水底に0.7cm厚の碎石を精度よく敷均すことは極めて困難な作業である。当初、潜水夫による人力敷均し案も考慮したが、基層面における10~20cm程度の不陸は避けられないことが予想されたため、機械化敷均し方式を採用することとした。この機械は、水底に敷設した軌道上を走行しながら、水より漏斗管を通じて供給される碎石をスクリードする方式である。このようなスクリード方

式により、所要の基層が得られるかどうかを確認するため写真に示めすとおり模型実験を行った。試験は、機械の機構、所要牽引力、基層の仕上げ精度および載荷による沈下量、管杭の種類等について入念な調査測定を行い、その結果機械の仕様(全長19.4m全中4.6m重量50t、けん引力10t、走行速度3~610%)、管杭の種類(3号碎石)敷均し所要精度($\pm 3\text{cm}$)と決定した。なお、施工の実績についても、ほぼ、実験結果に等しい敷均し精度が得られている。

写真 沈埋かん基層スクリード試験



3-3 沈埋かん沈設時におけるかん体重量と浮力

本工法の施工にあたり、沈埋かんの自重と浮力の関係は特に注意を要する。設計では、自重(約7000t)と海水浮力の95%(淡水浮力の97%)とし、約600tの碎石(海水浮力の約8%)を付加し、水中重量2400tとして沈設することとした。施工中、沈埋かん自重の管理に相当の注意を拂ったが、コンクリート単位重量の変動並びに型枠の組立誤差(中0.1~1cm)により、自重に対し10~2%の誤差を生じた。このため、沈設付加荷重は、自重の8~10%と変更せざるを得なかった。

3-4 水圧利用圧接工法におけるかん体接手の水密性

沈埋かん相互の接手の施工は、いわゆる水圧利用圧接工法を利用した。これは、沈埋かん接合端面の外周にゴムガスケットと称する止水用のゴムを取付け、ゴムを介して端面が接するまで沈埋かんをジャッキで引寄せた後、接手内部の水を抜き、当初、端面にがかつていた水圧に相当する圧力(1200~2000t)でゴムガスケットを圧縮して止水を行う方法である。ゴムガスケットの設計では、ゴム最小圧縮量を20mm、端面製作誤差を各10mmとし、水圧により40mm圧縮されることとし、ゴムの硬さ(HS)を50とした。鋼板の製作にあたり端面の不陸は、ほぼ、 $\pm 6\text{mm}$ 程度以下であり十分満足できるものであった。しかし、その後、鋼板の受航、覆工コンクリートの施工段階で、温度変化、コンクリート打りによる鋼板の変形により、沈埋かん端面に最大20mm程度の傾斜を生じた。このため、当初予定したゴム圧縮量は、数箇所10mm足らずとなり止水に対する危険も感じられた。ゴムガスケットの圧縮量は、各種の施工誤差を考慮し、少なくとも60mm程度にすべきであったと考えられる。なお、接手全6箇所の止水については、何れも完全で一滴の漏水もみられなかった。

3-5 埋戻し過程におけるトンネルの不等沈下

トンネルの埋戻し過程においてトンネルに若干の不等沈下を生じた。これは、掘さくによる地盤載荷重の減少により粘性土が膨張し、その後埋戻して復元することにより再圧密が行われるためである。採取した試料について圧密試験の結果、掘さく端面の膨張並びに再圧密量は、ほぼ、2cmと推定された。しかし、施工による沈下は、埋戻し完了までに2cm強、受り後、数箇月間をさらに20mm程度の沈下が進行した。これは、埋戻し土砂の落着きによる沈下により、トンネル上部と側部の沈下量にずれを生じ、トンネル上部の鉛直上圧が一時的に増加するためと推定された。沈埋かんの接手は剛接手として設計されており、接手コンクリートの施工は、このようなトンネルの沈下受りを待つ施工せざるを得ないために、接手施工時期は、予定より約4箇月間遅延せざるを得なかった。